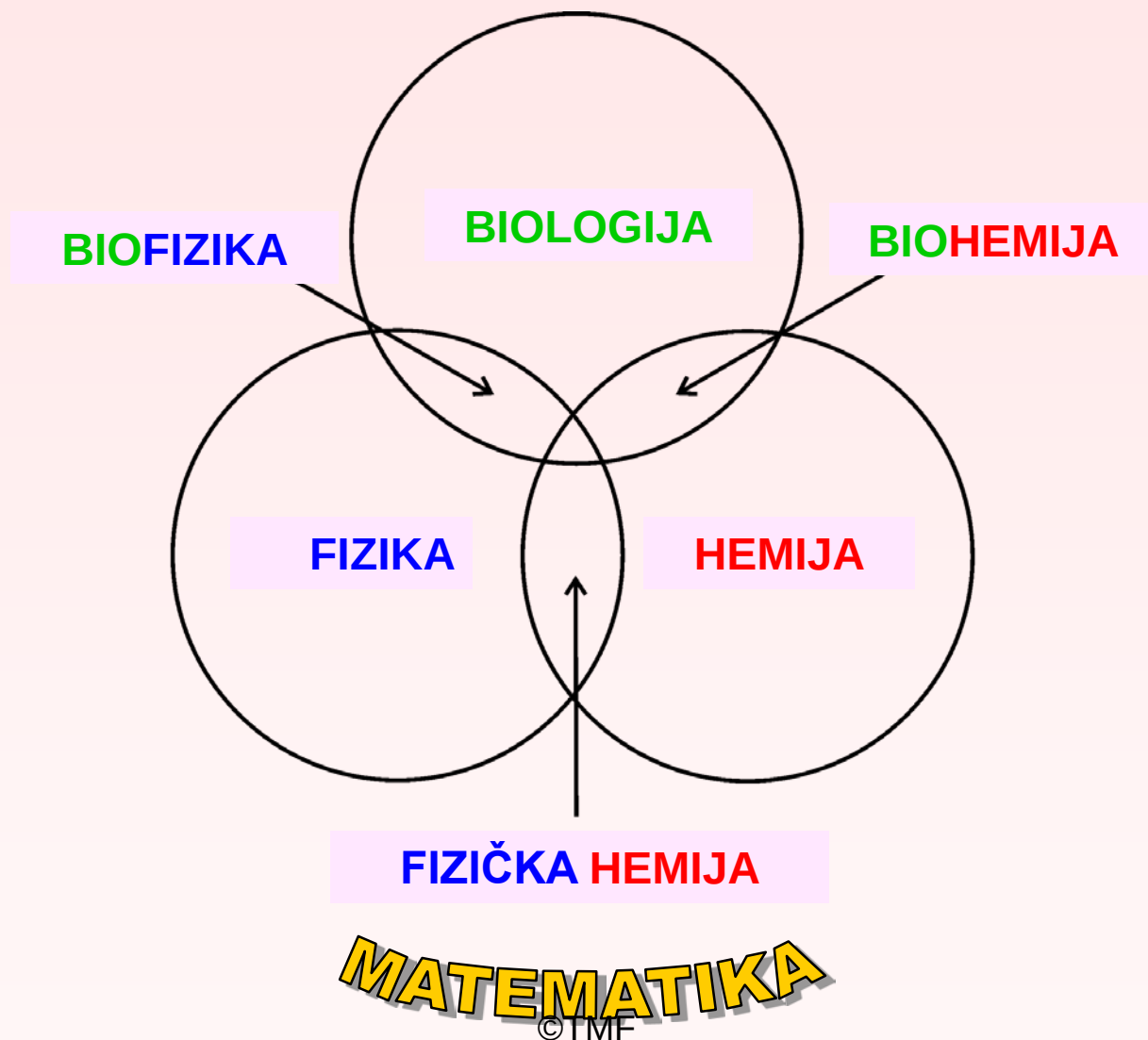


KLASIFIKACIJA PRIRODNIH NAUKA



VODIČ KROZ MODERNU NAUKU

1. Ako je zeleno ili mrda,
to je biologija
2. Ako smrdi,
to je hemija
3. Ako ne funkcioniše,
to je fizika
4. Ako je neshvatljivo,
to je matematika
5. Ako je besmisleno,
to je ekonomija

- **BIOLOGIJA** proučava **SVE ŠTO JE ŽIVO**
(od virusa do čoveka)

- **FIZIKA** proučava
ENERGETSKE PROMENE MATERIJE
(bez promene hemijskog sastava)

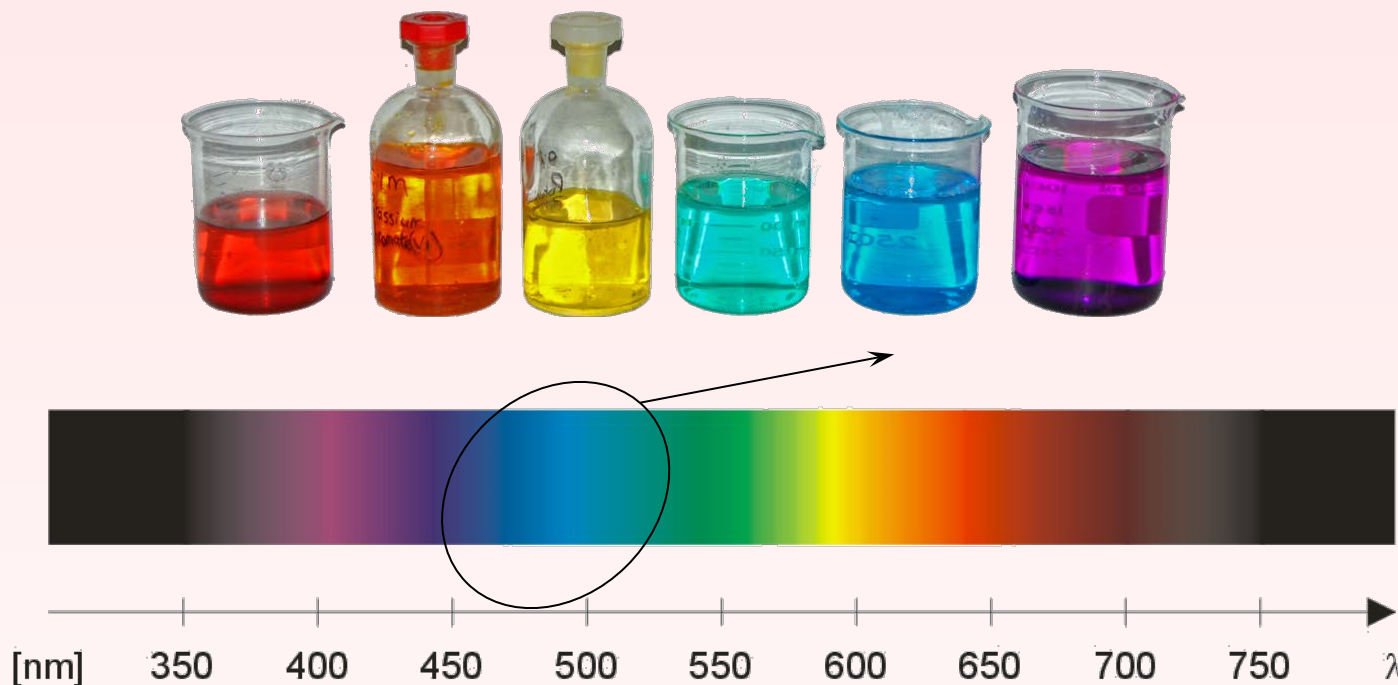
Fizička svojstva supstanci:

- izgled, boja, opip, gustina ($\rho = \frac{m}{V}$), tvrdoća, kovnost,
- temperatura (tačka) topljenja - temperatura na kojoj supstanca prelazi iz čvrstog u tečno stanje (T_m , T_f),
- temperatura (tačka) ključanja - temperatura na kojoj supstanca prelazi iz tečnog u gasovito stanje (T_b),
- napon pare,
- rastvorljivost,
- toplotna i električna provodnost...



Boja

Pare joda - ljubičaste
Rastvor CuSO_4 - plav
Rastvor KMnO_4 - ljubičast



Boja supstanci potiče od njihove selektivne apsorpcije zračenja iz vidljive oblasti elektromagnetnog spektra (400 - 800 nm).

- **HEMIJA** proučava

**HEMIJSKA SVOJSTVA SUPSTANCI I
PROCESE KOD KOJIH DOLAZI DO
PROMENE HEMIJSKOG SASTAVA
(HEMIJSKE REAKCIJE)**

elementi $\rightleftharpoons$ jedinjenja

jedinjenja(1) $\rightleftharpoons$ jedinjenja(2)

$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$

Hemijska svojstva supstanci:

građa atoma, građa molekula (tip veze,
energija veze, geometrija), **reaktivnost**,

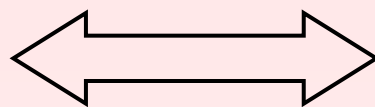
termička stabilnost (temperatura razlaganja i paljenja),

kiselo-bazna i redoks svojstva...



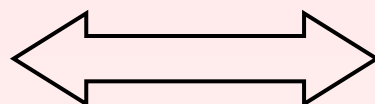
VEZA FIZIKE I HEMIJE

Hemijska
svojstva

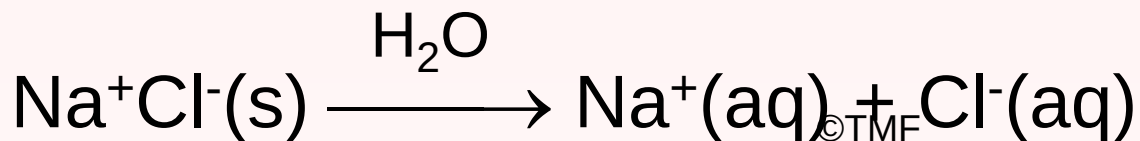
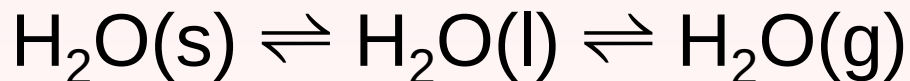
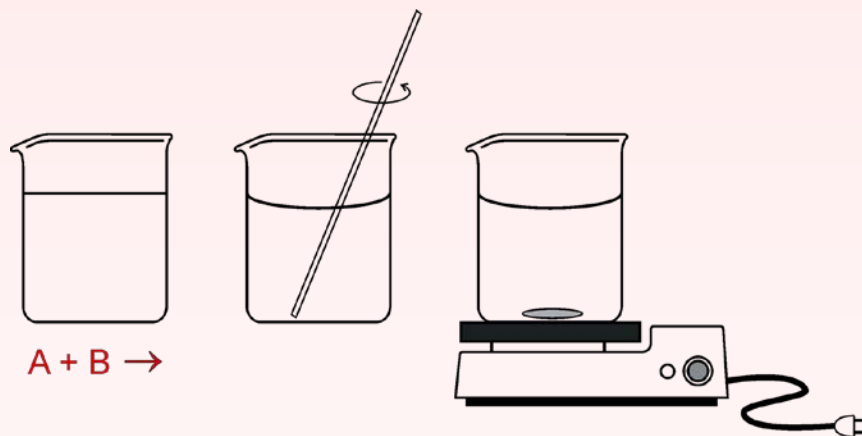


Fizička
svojstva

Hemijske
promene



Fizičke
promene



s – čvrsto

l – tečno

g – gasovito

aq – vodeni rastvor

c - kristalno

Fizička i hemijska svojstva vode



$T_m = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$



$T_b = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$



Rastvara CuSO_4



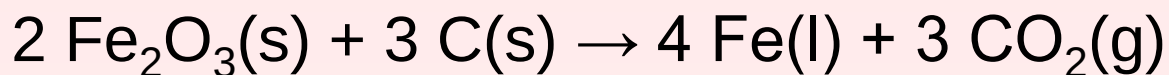
Burno reaguje sa
Na

PRIMENJENA, INDUSTRIJSKA HEMIJA:

dobijanje hemijskih elemenata i jedinjenja polazeći od prirodnih sirovina

HEMIJSKA TEHNOLOGIJA:

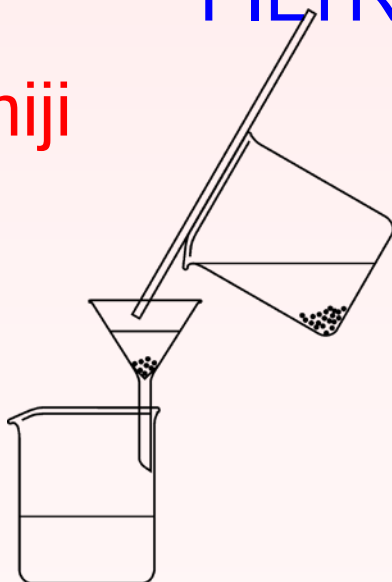
kako se hemijski procesi izvode u industriji (praksi)



-
-
-

FILTRIRANJE (CEĐENJE)

u hemiji



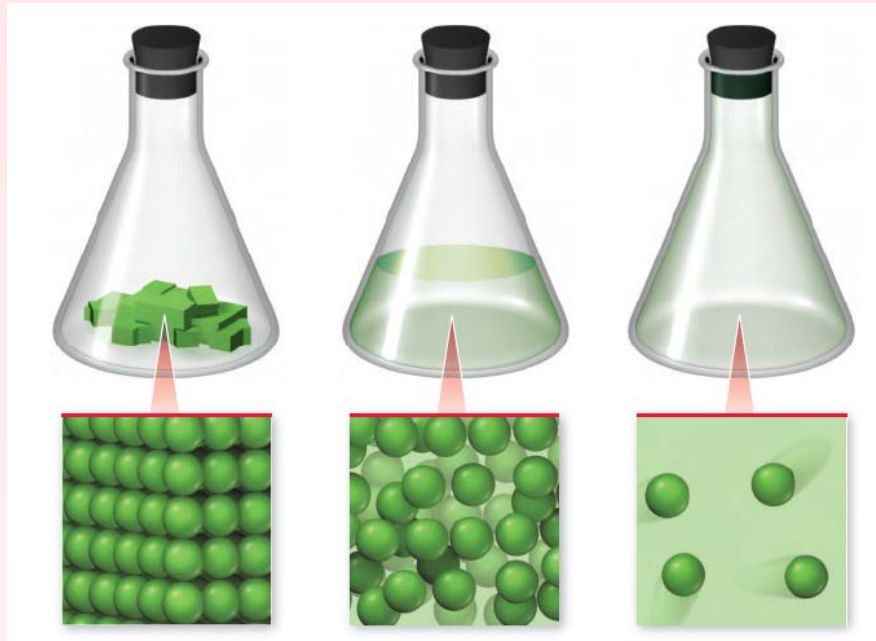
u tehnologiji (industriji)



MATERIJALNI SISTEMI

- **MATERIJA** - sve što nas okružuje;
ima masu i oblik, možemo je osetiti
svojim čulima;
- **FIZIČKO POLJE** - električno, magnetno,
gravitaciono...
 - 19. vek - **materija** je sve što ima masu i zauzima zapreminu
 - nedostatak - zanemarena je energija, neraskidivo povezana
sa masom
 - Ajnštajn: $E = mc^2$, pretvaranje mase u energiju i obrnuto
potvrđeno nuklearnim reakcijama
 - **svi oblici energije** (energija zračenja, toplotna energija,
električna energija itd.) **su vidovi materije**
 - **masa i energija su dva glavna, najviše proučavana oblika
materije**

MATERIJA - postoji u tri agregatna stanja:



ČVRSTO

TEČNO

GASOVITO

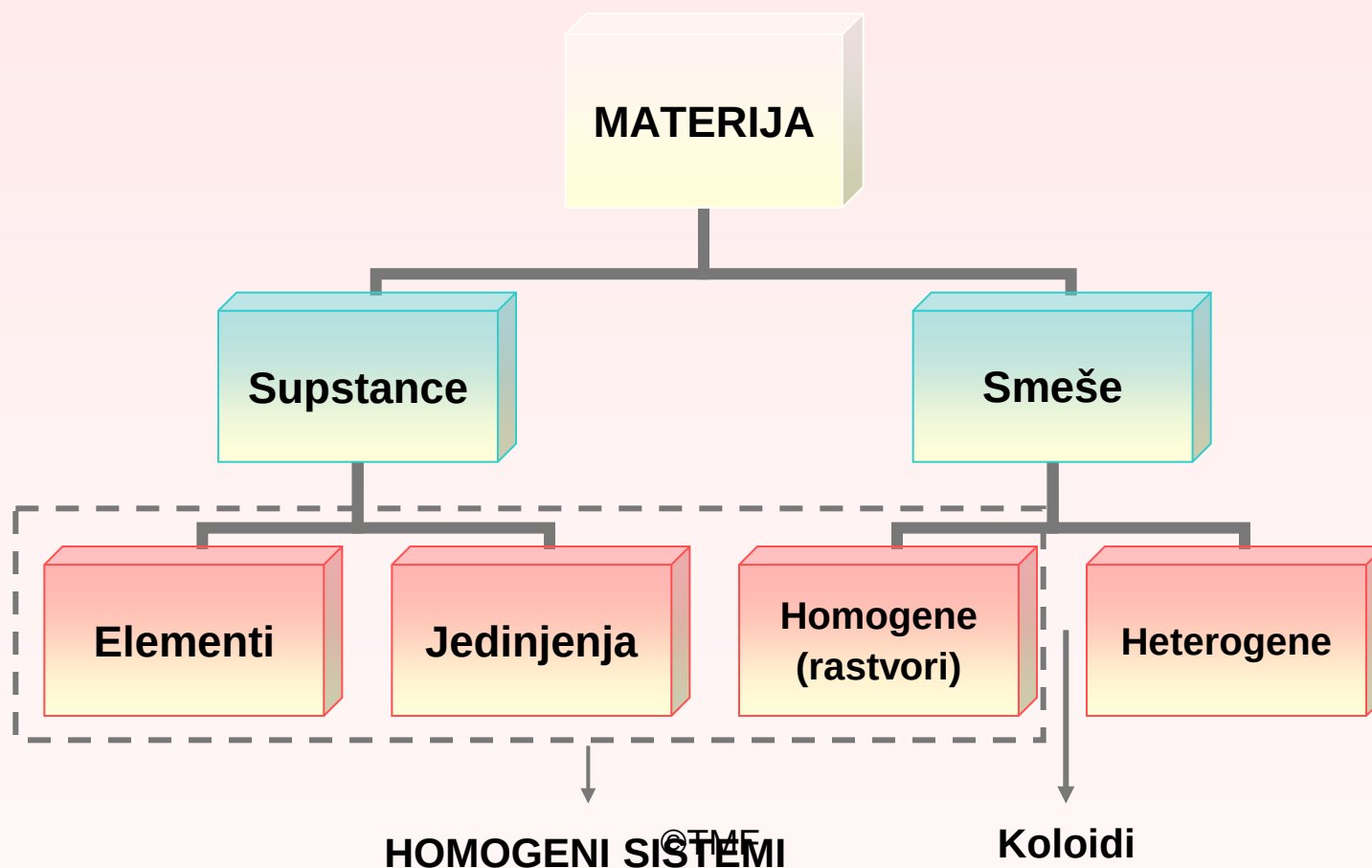
PLAZMA!

Čvrsto (s) - ima stalnu zapreminu i definisan oblik

Tečno (l) - ima stalnu zapreminu, promenljiv oblik i obično zauzima oblik suda u kojem se nalazi

Gasovito (g) - nema ni stalnu zapreminu, ni stalan oblik - zauzima i zapreminu, i oblik suda u kojem se nalazi

KLASIFIKACIJA MATERIJALNIH SISTEMA



Dva kriterijuma za podelu:

- stepen čistoće, tj. sastav
- homogenost, odnosno heterogenost sistema.

SUPSTANCE (elementi i jedinjenja) imaju konstantan hemijski sastav i tačno određena fizička i hemijska svojstva.

SMEŠE se sastoje od dve ili više supstanci, a njihova svojstva zavise od sastava – udela komponenata; komponente zadržavaju svoja hemijska svojstva.

Stepen čistoće: 98 %, 99,5 %, 99,99 %, 99,9999 %, >98,5 %, 99+, tehnički, purum, puriss, p.a., ©TAF za hromatografiju, itd.

SUPSTANCE

HEMIJSKI ELEMENT - oblik materije koji ne može da se dalje razloži na dve ili više supstanci

- **MAKROSKOPSKI definisano**: supstanca koje se sastoji od atoma iste vrste (istog atomskog broja, Z)
- **MIKROSKOPSKI definisano**: gradivna jedinka su najčešće atomi (npr. metali, plemeniti gasovi), mada mogu biti i molekuli (npr. O_2 , Cl_2 , N_2 , P_4 , S_8 , C_∞)
- do danas je poznato **118** elemenata

Bakar



Živa



©TMF

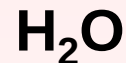
Vodonik



SUPSTANCE

HEMIJSKO JEDINJENJE

- **MAKROSKOPSKI definisano:** složena supstanca koja sadrži više elemenata povezanih hemijskim vezama
- **MIKROSKOPSKI definisano:** molekuli (H_2O), joni (Na^+Cl^-) **formulska jedinica**, atomi (intermetalna jedinjenja, Al_{12}Mo)
- **uvek sadrže elemente u istom masenom odnosu**



88,81 mas. % kiseonik

11,19 mas. % vodonik



- svojstva **HEMIJSKIH JEDINJENJA** se veoma razlikuju od svojstava elemenata od kojih su izgrađena



39,34 mas. % natrijum



veoma reaktivan metal



bela kristalna
(kuhinjska) so

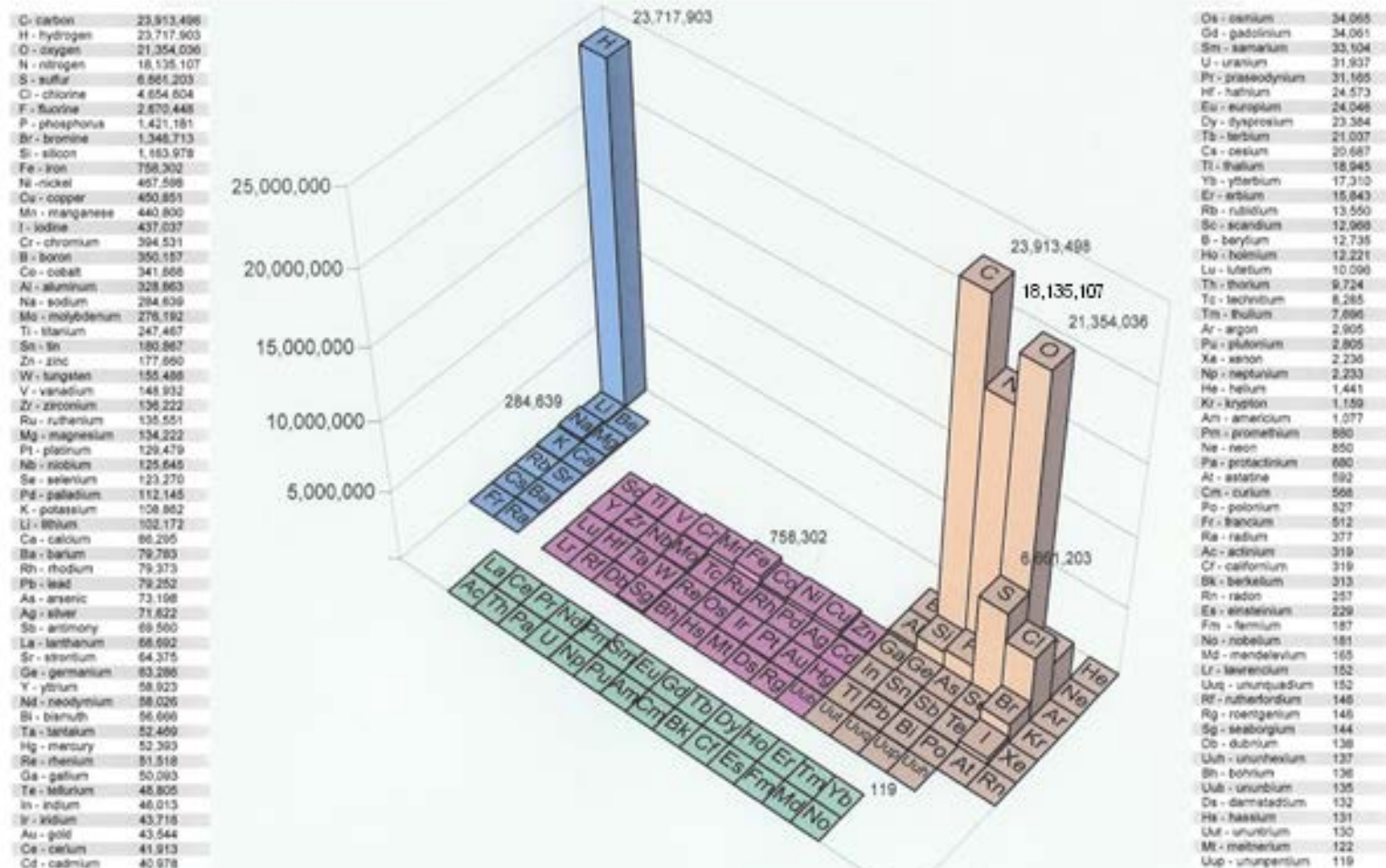
60,66 mas. % hlor



otrovan, žutozeleni gas

1990. – oko 15 miliona poznatih jedinjenja
 2016. – više od 100 miliona poznatih jedinjenja

Known Compounds of the Chemical Elements* - Linear Z-axis



*Based on empirical formulas from the CAS structure registry as of 2005-2-14. Copyright (C) 2005 by Sean Michael Ragan. www.iamanangelchaser.com

SMEŠE

HOMOGENE

- jedna faza
- uniformna raspodela komponenata
- molekulska disperzija, čestice < 1 nm
(homogena smeša = rastvor)

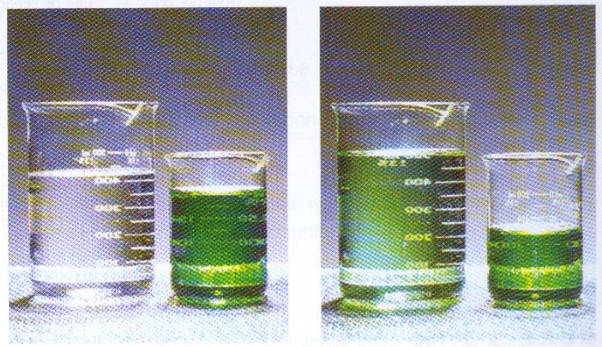
HETEROGENE

- više faza (postoji fazna granica)
- neuniformna raspodela komponenata
- gruba disperzija, čestice > 100 nm

**Faza je prostor jasno definisanih granica i uniformnih svojstava
(u sva tri agregatna stanja).**

Primeri **HOMOGENIH** smeša

tečno-tečno



Voda i alkohol

tečno-čvrsto



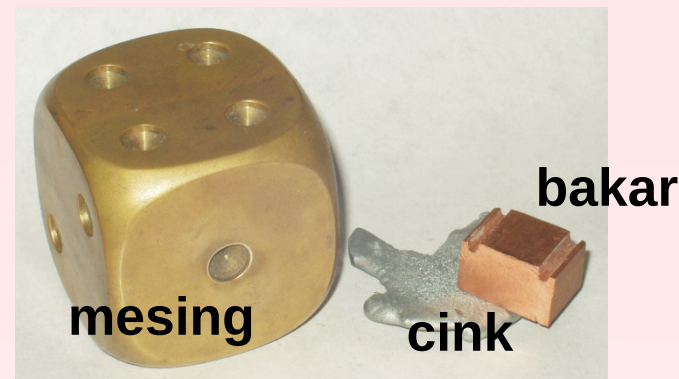
Morska voda
(rastvor NaCl i drugih
soli u vodi)

tečno-gas



„Kisela voda”
(rastvor CO₂ u vodi)

čvrsto-čvrsto (legure)



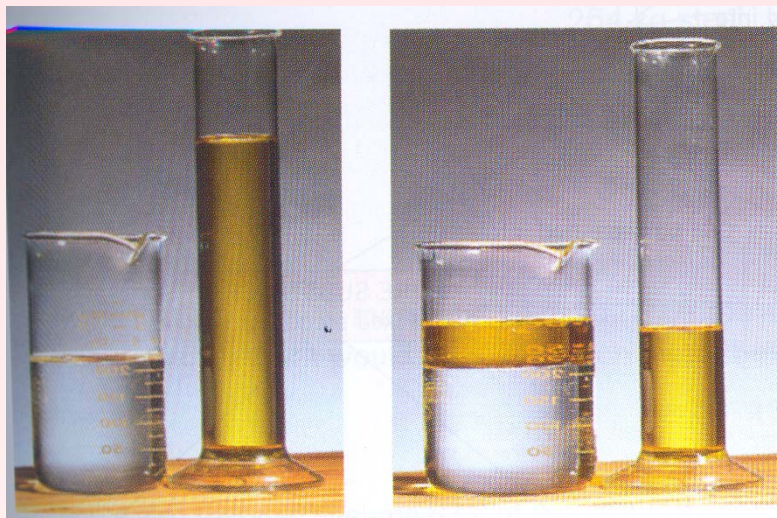
Mesing
(legura Cu i Zn)

Vazduh - **smeša**
gasova (u vol. %):
78 N₂, 21 O₂,
1 Ar i 0,03 CO₂



Benzin – smeša ugljovodonika

Primeri HETEROGENIH smeša



Voda i ulje



$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ i pesak



Puter



Majonez
©TMF



Mleko

MATERIJA

PROMENLJIV SASTAV?

NE

DA

SUPSTANCA

SMEŠA

MOŽE SE RAZLOŽITI?

NE

DA

ELEMENT

JEDINJENJE

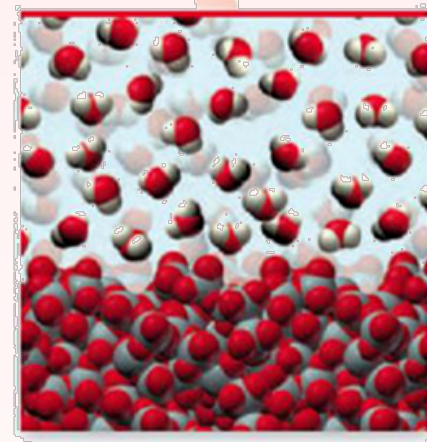
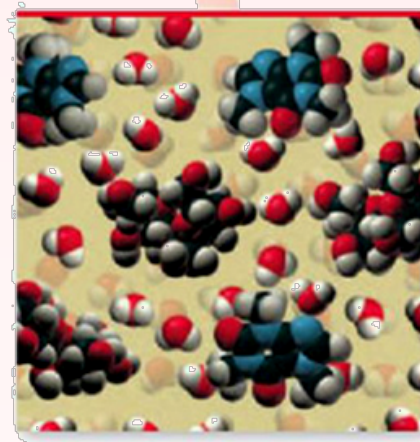
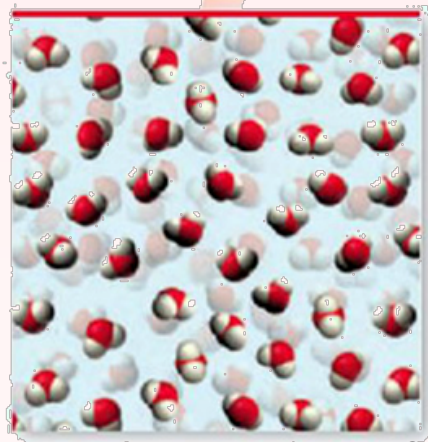
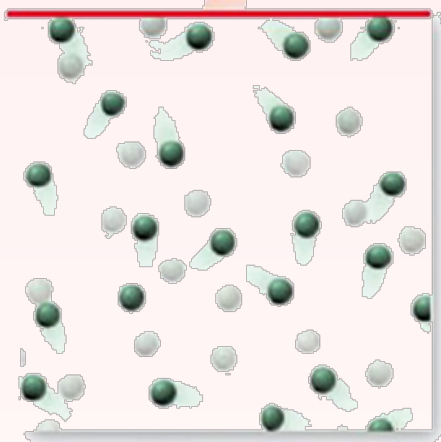
UNIFORMNI SASTAV?

DA

NE

HOMOGENA

HETEROGENA



©TMF

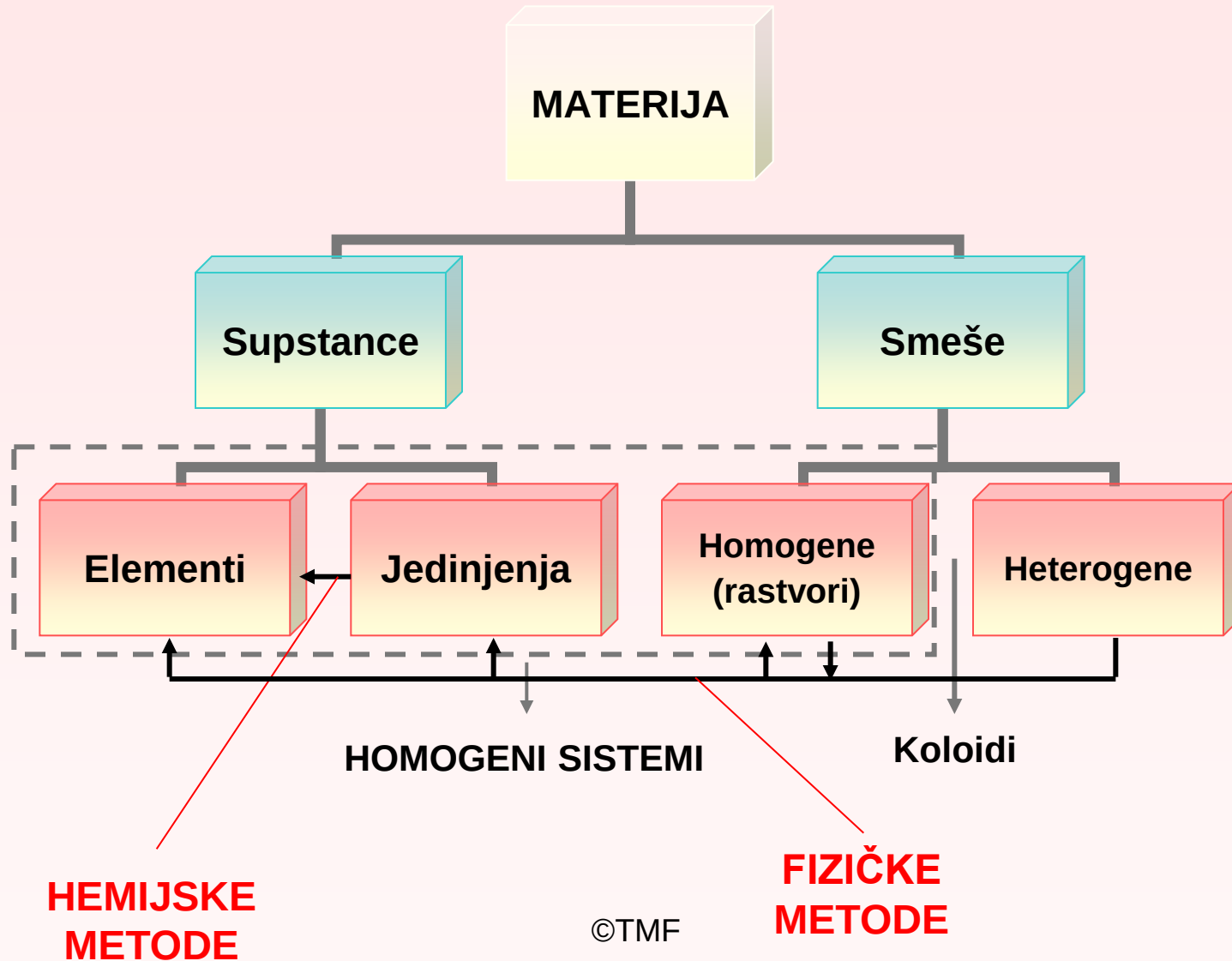
HELLJUM

VODA

ČAJ SA ŠEĆEROM

VLAŽAN PESAK

METODE ZA RAZDVAJANJE SMEŠA



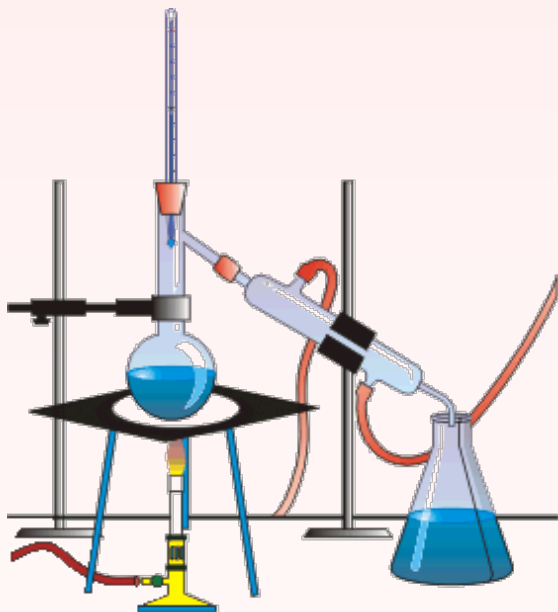
METODE ZA RAZDVAJANJE SMEŠA

- **rastvaranje** (čvrsto-čvrsto, rastvorljivo-nerastvorljivo)
- **sedimentacija i plivanje** (čvrsto-tečno i čvrsto-čvrsto, gustina)
- **filtriranje** (čvrsto-tečno, veličina čestica)
- **centrifugiranje** (čvrsto-tečno, veličina čestica)
- **uparavanje** (čvrsto-tečno, t. ključanja)
- **dijaliza** (koloid-pravi rastvor, veličina čestica)
- **flotacija** (čvrsto-čvrsto, hidrofilno-hidrofobno)
- **magnetna separacija** (čvrsto-čvrsto, magnetno-nemagnetno)
- **destilacija i frakciona destilacija** (tečno-tečno, t. ključanja)
- **sublimacija** (čvrsto-čvrsto, t. sublimacije)
- **kristalizacija, prekristalizacija i frakciona kristalizacija** (čvrsto-čvrsto, rastvorljivost)
- **efuzija i frakciona difuzija** (gas-gas, veličina čestica)
- **hromatografija, gasna i tečna** (sva agregatna stanja, rastvorljivost, međumolekulske sile...)

- ...

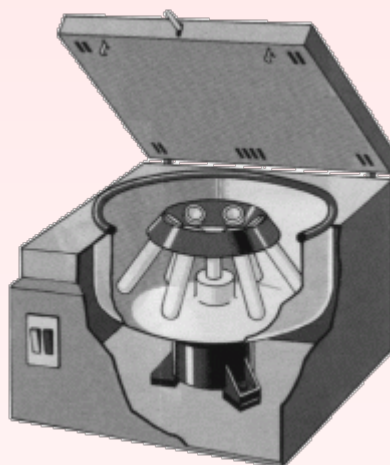
FILTRACIJA

(čvrsto-tečno, veličina čestica)



CENTRIFUGIRANJE

(čvrsto-tečno, veličina čestica)



DESTILACIJA

(tečno-tečno, temperatura ključanja)

SUBLIMACIJA (čvrsto-čvrsto, temperatura sublimacije) direktan prelaz supstance iz čvrstog u gasovito stanje



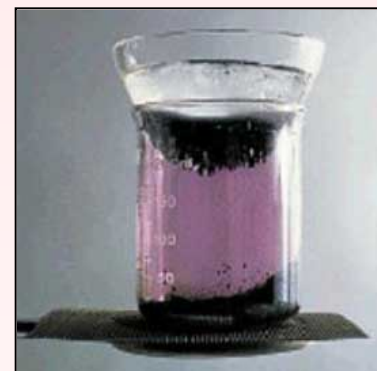
Kristali joda

Zagrevanje



Magnetna separacija
smeše Fe i S

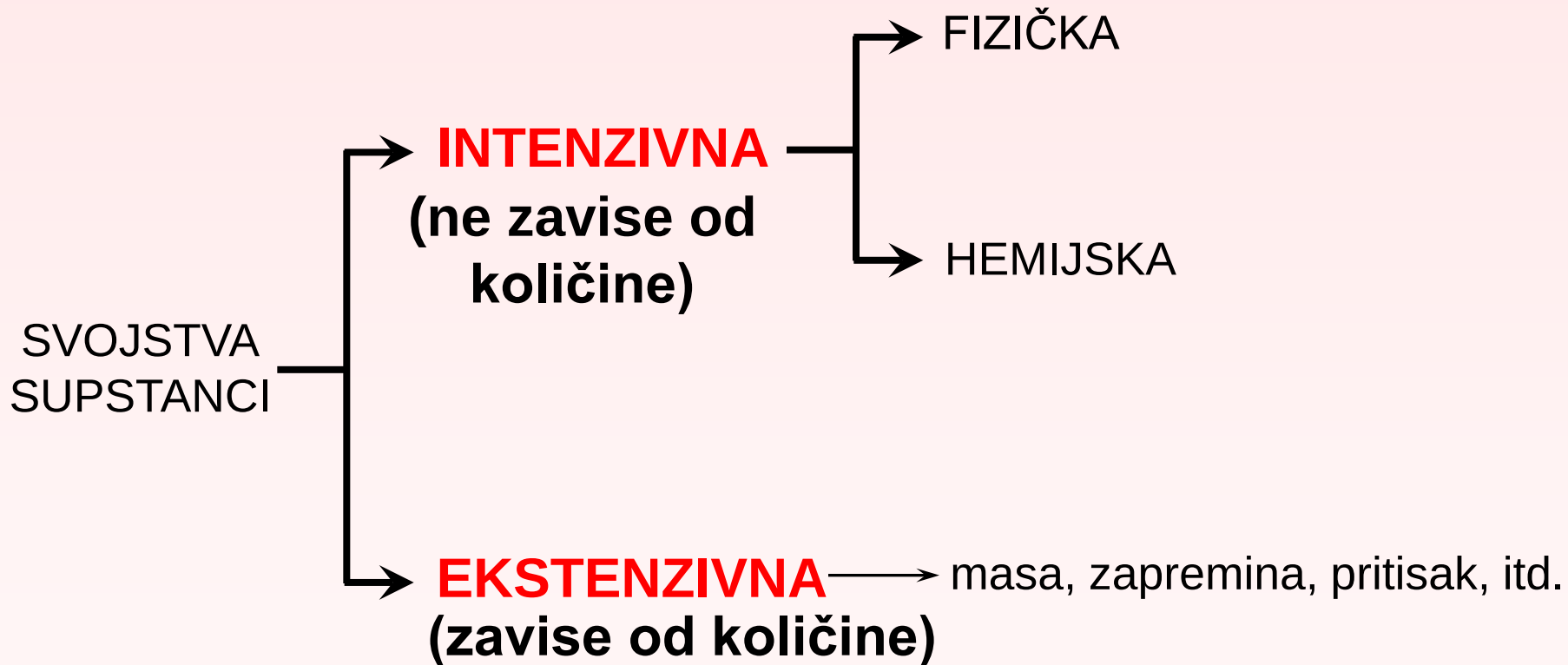
**MAGNETNA
SEPARACIJA**
(čvrsto-čvrsto,
magnetno-
nemagnetno)



Hlađenje para

SVOJSTVA SUPSTANCI

Svaka čista supstanca ima jedinstvena svojstva po kojima se razlikuje od ostalih supstanci.



OSNOVNI HEMIJSKI POJMOVI

KOLIČINA SUPSTANCE – n (mera za brojnost čestica)

JEDINICA: mol

broj elementarnih čestica jednak broju atoma u 12 g $^{12}_6\text{C}$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$A_r = \frac{\overline{m}_a}{\frac{1}{12} m(^{12}_6\text{C})} \quad m(\text{O}) = 2,657 \cdot 10^{-23} \text{ g} \quad M_r = \frac{\overline{m}_m}{\frac{1}{12} m(^{12}_6\text{C})}$$

$$u (\text{a.j.m.} \equiv \text{a.m.u.}) = \frac{1}{12} m(^{12}_6\text{C}) = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

u – unificirana jedinica atomske mase (ili Da – dalton)

Relativna atomska masa (A_r) je broj koji pokazuje koliko je puta prosečna masa atoma prisutnih u prirodnoj smeši izotopa neke elementarne supstance veća od 1/12 mase atoma izotopa ugljenika ^{12}C .

A_r nekog elementa je količnik prosečne mase atoma ($\overline{m}_a$) i unificirane jedinice atomske mase.

OSNOVNI HEMIJSKI POJMOVI

IZOTOPI

- atomi koji sadrže isti broj protona, a različit broj neutrona
- razlikuju se po masi, ali imaju ista hemijska svojstva.

1 stabilan izotop: Be, F, Na, Al

10 stabilnih izotopa: Sn

M - molarna masa atoma, molekula, ... (čestica)

- masa Avogadrovog broja čestica

jedinice: kg/mol (kg mol^{-1}), g/mol (g mol^{-1})

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18,02$$

$$A_r(\text{C}) = 12,01$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,02 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{C}) = 12,01 \text{ g mol}^{-1}$$

MERENJA, TAČNOST I PRECIZNOST, ZNAČAJNE CIFRE

Hemija, fizika, biologija i ostale prirodne nauke su eksperimentalne nauke!!! Šta to znači?

Skoro nikada ne znamo tačnu vrednost neke veličine (uvek imamo neku grešku)!

Avogadrov broj:

$$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \text{ (osnovna škola)}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \text{ (srednja škola)}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \text{ (fakultet)}$$

$$N_A = 6,022137(4) \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \text{ (najprecizniji eksperiment)}$$

Relativna atomska masa kiseonika:

$$A_r(\text{O}) = 15,9994(3)$$

$$A_r(\text{O}) = 16,00$$

**Vrednosti konstanti i relativnih
atomskih masa zaokružuju se na
4 značajne cifre.**

MERENJA

- Rezultati merenja se izražavaju metričkim sistemom (decimalnim).
- Decimalni sistem se koristi i u Međunarodnom sistemu mernih jedinica (**SI**, fr. *Système International d'Unités*).

Prefiksi u metričkom sistemu

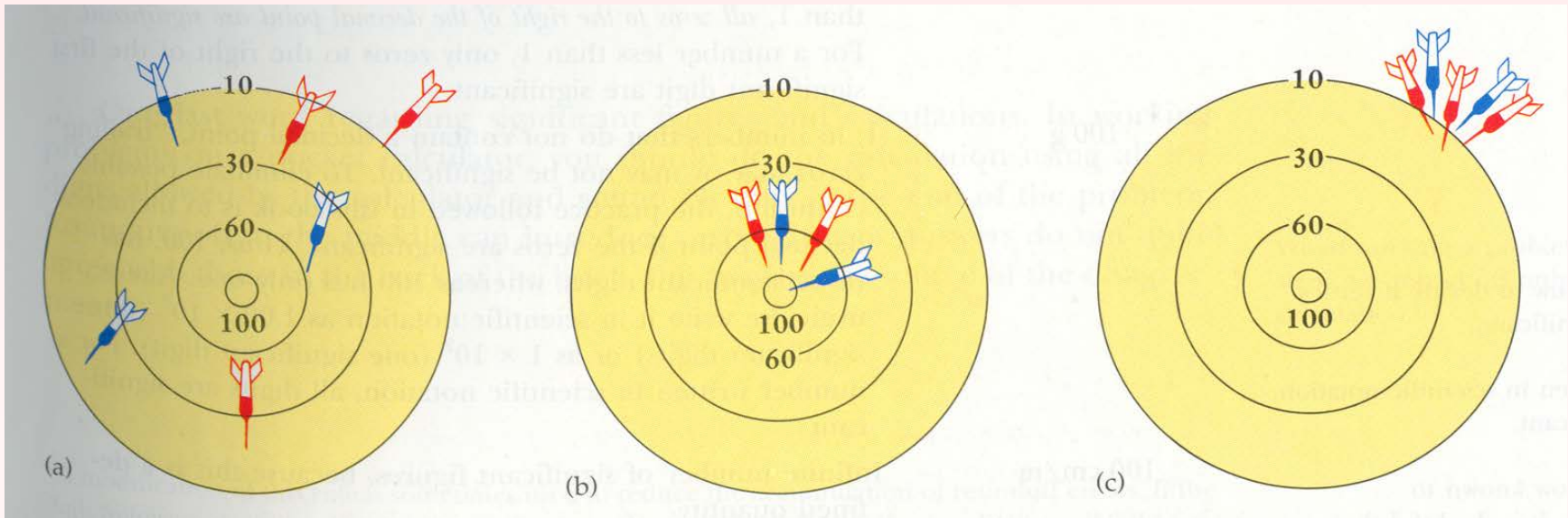
Faktor	Prefiks	Oznaka	Faktor	Prefiks	Oznaka
10^6	mega	M	10^{-3}	mili	m
10^3	kilo	k	10^{-6}	mikro	μ
10^{-1}	deci	d	10^{-9}	nano	n
10^{-2}	centi	c	10^{-12}	piko	p

TAČNOST I PRECIZNOST

Primeri:

Jedan sat – dva sata; tehnička vaga – analitička vaga;

- merenja bliska „korektnim” (ili očekivanim) vrednostima su **tačna** merenja (**tačnost pokazuje slaganje**)
- međusobno bliska merenja jesu **precizna** merenja (**preciznost pokazuje reproduktivnost**)



**Loša preciznost
i tačnost**

**Dobra preciznost
i tačnost**

**Dobra preciznost
i loša tačnost**

Statistika i verovatnoća (grane matematike)

- teorija grešaka, standardna devijacija, raspodele grešaka itd.

Greške se dela na:

- slučajne (moraju postojati u eksperimentu),
- grube ili omaške (ljudski faktor),
- sistematske (ugrađene u metodu, pokvaren instrument, pitanje kalibracije i baždarenja itd).

Približni brojevi i značajne cifre

$$N_A = 6,022137(4) \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Pravila računanja sa približnim brojevima i pravila njihovog zaokruživanja: Zbirka, vežbe, zadaci

Inženjer mora stalno imati na umu da radi sa eksperimentalnim podacima!!!